

## 明 細 書

## 圧力センサ装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、過大圧保護動作圧力を十分に高くすることができ、しかも小型化を図ることのできる簡易な構造の圧力センサ装置に関する。

## 背景技術

- [0002] ダイヤフラム型の圧力センサ装置は、概略的にはシリコンやガラス等からなる薄板状のダイヤフラム上に歪抵抗ゲージを形成したセンサチップを備える。そして圧力を受けて変位するダイヤフラムに形成された上記歪抵抗ゲージの抵抗値変化から、上記ダイヤフラムに加わった圧力を検出するように構成される。
- [0003] 例えばこの種の圧力センサ装置は、ダイヤフラムを有するセンサチップ1を、例えば図13に示すようなメータボディ2に組み込んで構成される。このメータボディ2は、その本体部3に一对の受圧部をなすバリアダイヤフラム4a,4bを備える。そしてメータボディ2は、センサ部5に組み込んだセンサチップ(圧力センサ)1と上記各バリアダイヤフラム4a,4bとの間を、大径のセンタダイヤフラム6により隔離された圧力緩衝室7a,7bを介してそれぞれ連通させた構造を有する。尚、上記センサチップ1と各バリアダイヤフラム(受圧部)4a,4bとを結ぶ連通路8a,8bには、シリコンオイル等の圧力伝搬媒体がそれぞれ封入される。
- [0004] このような構造のメータボディ2によれば、図14にその動作態様を模式的に示すように、定常状態時にはバリアダイヤフラム4a,4bに加わる圧力 $P_a, P_b$ は、センタダイヤフラム6により隔離された圧力緩衝室7a,7bを介してセンサチップ1のダイヤフラム(図示せず)の両面にそれぞれ導かれる。この結果、センサチップ(圧力センサ)1のダイヤフラムは、上記圧力 $P_a, P_b$ の差圧 $\Delta P (= P_a - P_b)$ に相当する変位を呈することになる。
- [0005] これに対してバリアダイヤフラム4a,4bの一方に過大圧 $P_{over}$ が加わると、例えば図15に示すようにバリアダイヤフラム4aが大きく変位する。するとこのバリアダイヤフラム4aの大きな変位に伴ってセンタダイヤフラム6が上記過大圧 $P_{over}$ を吸収するように

変位する。そしてバリアダイヤフラム4aがその本体部3に着底し、その変位が規制されるとバリアダイヤフラム4aを介するこれ以上の圧力Pの伝達が阻止される。この結果、過大圧Poverの印加によるセンサチップ1の破損が未然に防止される。そしてセンサチップ1は一对のバリアダイヤフラム4a,4bに加わる圧力Pa,Pbの差圧 $\Delta P$ だけを検出する。

[0006] しかしながら上記構造のメータボディ2にセンサチップ1を組み込んだ圧力センサ装置は、上述したようにバリアダイヤフラム4a,4bおよびセンタダイヤフラム6を備える。そしてこれらのダイヤフラム4a,4b,6の作用によりセンサチップ1を過大圧Poverから保護する構造となっている。従ってメータボディ2を含む圧力センサ装置の全体的な形状が大型化することが否めない。これに対して圧力センサ装置に対する小型化の要求と共に、圧力センサ装置の過大圧保護動作圧力(耐圧)を十分に高くすることが強く望まれている。

[0007] そこでダイヤフラムの不本意な破損・破壊を防止するべく、例えば特開平10-7836号公報にはセンサチップ1のダイヤフラムに所定の間隙を隔てて対峙させてバックアップ(ストッパ)部を設け、このバックアップ(ストッパ)部にて上記ダイヤフラムの過度な変位を阻止することが提唱されている。特に上記公報には、バックアップ部を階段状の凹面として形成することで、過大圧の印加によりダイヤフラムが変位しても該ダイヤフラムの周縁部に応力集中が生じないようにすることが示される。

[0008] しかしながらダイヤフラムに対峙させて階段状のバックアップ(ストッパ)部を設けたとしても、センサチップ1自身が有する耐圧に比較して、その過大圧保護動作圧力を高々数倍に高め得るに過ぎない。これ故、差圧 $\Delta P$ に対する検出感度を高めながら、その過大圧保護動作圧力を十分に高く設定する場合には、一般的には前述した構造のメータボディ2の利用が不可欠である。従って圧力センサ装置の小型化を図る上で、上記メータボディ2の必要性が大きな課題となっている。

#### 発明の開示

[0009] 本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、センサチップに対する過大圧保護動作圧力を十分に高くすることができ、しかもその小型化を図ることのできる簡易な構造の圧力センサ装置を提供することにある。

[0010] 上述した目的を達成するべく本発明に係る圧力センサ装置は、表面に歪抵抗ゲージを形成した薄板状のダイヤフラムと、このダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面からなる凹部を有し、この凹部を前記ダイヤフラムに対峙させて設けたストップ部材とを備えたことを特徴としている。好ましくは上記ストップ部材を、ダイヤフラムの両面にそれぞれ設けることを特徴としている。

[0011] 即ち、本発明に係る圧力センサ装置は、ダイヤフラムに対峙させて設けられるストップ部材の形状を、該ダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面をなす凹部として形成したことを特徴としている。より具体的には前記ストップ部材が有する凹部を、前記ダイヤフラムの半径を $r$ 、厚みを $t$ 、およびその曲げ剛性を $D$ としたとき、前記ダイヤフラムの中心からの距離 $x$ での深さ $y$ が、その過大圧保護動作圧力 $p$ に対して
$$y = pr^4(1 - x^2/r^2)^2 / 64D$$
$$D = Et^3 / 12(1 - \nu^2)$$
但し、 $E$ はヤング率、 $\nu$ はポアソン比なる4次関数で示される曲面として形成したことを特徴としている。

[0012] このような曲面をなす凹部を備えたストップ部材をダイヤフラムに対峙させて設けた構造の圧力センサ装置によれば、過大圧を受けて変位するダイヤフラムの全体が上記ストップ部材の凹部に一様に接触するので、ダイヤフラムに加わる圧力の全てがストップ部材の凹部曲面にて均一に受け止められる。この結果、ダイヤフラムに局所的な応力集中が生じることがなくなり、またダイヤフラムに加わった過大圧がその全体に亘って均一に分散するので、ダイヤフラムの破壊を効果的に防止することが可能となる。そして圧力センサ装置としての過大圧保護動作圧力 $p$ を十分に高くすることが可能となる。

[0013] 尚、ダイヤフラムにシリコンオイル等の圧力伝搬媒体を導入する場合には、この圧力伝搬媒体の導入孔を前記ストップ部材の前述した曲面をなす凹部の頂部に設けることが好ましい。このようにストップ部材における凹部の頂部に圧力導入孔を設ければ、該凹部の曲面に開口される圧力導入孔の存在を実質的に無視することが可能となるので、圧力の印加によるダイヤフラムの変位特性だけを考慮して前記凹部の曲面を容易に設計することが可能となる。

[0014] また本発明に係る圧力センサ装置は、表面に歪抵抗ゲージを形成したダイヤフラムと、このダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面の凹部を有し、この凹部を前記ダイヤフラムに対峙させて該ダイヤフラムの両面にそれぞれ設けられる一対のストッパ部材と、更にこれらのストッパ部材における前記凹部の頂部から前記ダイヤフラムの両面にそれぞれ圧力伝搬媒体を導く流体通路と、これらの流体通路にそれぞれ接続されて該流体通路に封入された前記圧力伝搬媒体に圧力を伝達する一対の受圧部を有する基台とを備えることを特徴としている。

[0015] ちなみに前記ダイヤフラムと一対のストッパ部材とからなるセンサチップについては、ガラス等の圧力緩衝体を介して黄銅やステンレス鋼等からなる基台に組み付けることが望ましい。

[0016] 本発明によれば、ダイヤフラムの変位により形成される面に沿った凹曲面を有するストッパ部材を備えるので、簡易な構造で過大圧によるダイヤフラムの破壊を効果的に防止し、その耐圧を十分に高めることができる。この結果、センタダイヤフラムを備えたメータボディを不要として、その大幅な小型化を図ることができる等の実用上多大なる効果が奏せられる。

#### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係る圧力センサ装置の基本構造を示す図。

[図2]本発明に係る差圧型圧力センサ装置の基本構造を示す図。

[図3]ストッパ部材の有無とストッパ部材の形状の違いによるダイヤフラムの印加圧力に対する最大引張応力の関係を対比して示す図。

[図4]ストッパ部材がフラットな面をなすときのダイヤフラムの印加圧力に対する変位の推移を示す図。

[図5]ストッパ部材が階段形状をなすときのダイヤフラムの印加圧力に対する変位の推移を示す図。

[図6]ストッパ部材が曲面形状をなすときのダイヤフラムの印加圧力に対する変位の推移を示す図。

[図7]本発明の一実施形態に係る圧力センサ装置の概略構成を示す分解斜視図。

[図8]図5に示す圧力センサ装置の構造とその製作手順を示す図。

[図9]ダイヤフラムに形成される歪み抵抗ゲージの構造を示す図。

[図10]歪み抵抗ゲージを用いた差圧・静圧検出回路の構成例を示す図。

[図11]センサチップをメータボディに組み込んだ圧力センサ装置の構造例を示す図。

。

[図12]センサチップをメータボディに組み込んだ圧力センサ装置の別の構造例を示す図。

[図13]従来の圧力センサ装置の概略構成を示す図。

[図14]定常状態時におけるメータボディの作用を示す図。

[図15]センターダイヤフラムによる過大圧の吸収作用を模式的に示す図。

### 発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下、図面を参照して本発明の実施形態に係る圧力センサ装置について説明する。

図1は本発明に係る圧力センサ装置の基本的な構成を示す要部断面図であり、11は所定径の肉薄のダイヤフラム12を形成したベース体である。このベース体11は、シリコン(Si)やガラス等の脆性材料からなる。また13は、前記ダイヤフラム12に対峙する凹部14を有し、前記ベース体11に接合一体化されたストッパ部材である。上記凹部14は、前記ダイヤフラム12の変位により形成される面(変位面)に沿った曲面として形成されている。

[0019] この凹部14の曲面は、前記ダイヤフラム12の半径を $r$ 、厚みを $t$ 、およびその曲げ剛性を $D$ としたとき、前記ダイヤフラム12の中心からの距離 $x$ での深さ $y$ が、その過大圧保護動作圧力 $p$ に対して

$$y = pr^4(1 - x^2/r^2)^2 / 64D$$

$$D = Et^3 / 12(1 - \nu^2)$$

但し、 $E$ はヤング率、 $\nu$ はポアソン比

なる4次関数で示される曲面をなす。即ち、凹部14をなす曲面は、いわゆる非球面と称される4次曲面からなる。

[0020] 例えばシリコン(Si)製の半径 $r$ が[1.15mm]、厚み $t$ が[0.03mm]のダイヤフラム12に対し、過大圧保護動作圧力 $p$ である[300kPa]を印加したときの変位、具体的に

はダイヤフラム12の中心から距離 $x$ の部位における変位量 $y$ は、ヤング率 $E$ を $[1.72 \times 10^{11} \text{ Pa}]$ 、ポアソン比 $\nu$ を $[0.064]$ としたとき

$$y = 0.012x^4 - 0.032x^2 + 0.021$$

なる4次関数で示される。そこで本発明においては、ストップ部材13における前記凹部14の曲面を、上記4次関数で示されるダイヤフラム12の変位面に沿った面として形成している。

[0021] このような凹部14を有するストップ部材13については、一般的にはその形成素材の機械加工による直接的な研磨・研削により製作可能であるが、IC製作工程で用いられるリソグラフィ技術を応用して製作することもできる。具体的にはストップ部材13の形成素材であるシリコン基板やガラス基板の表面に塗布したレジストを、光の透過率を変化させたグレースケールマスクを用いて露光し、該レジストに自由曲面(凹面)を形成する。その後、自由曲面を形成した上記レジストと共に前述したシリコン基板やガラス基板をそのままドライエッチングする等して該シリコン基板やガラス基板に上述した自由曲面(凹面)を形成し、これによって凹部14を有するストップ部材13を製作すれば良い。

[0022] また凹部14を有するストップ部材13をプレス成形技術を用いて製作する場合には、予め超鋼やセラミックス、或いはグラシーカーボンに、所要とする凹曲面と対をなす凸曲面を精密機械加工で形成した金型を準備しておく。そして、例えば高温・真空中で軟化させたガラスを上記金型を用いてプレスすることで、所要とする曲面の凹部14を形成したストップ部材13を製作するようにすれば良い。

[0023] ところで圧力センサ装置が、上述したダイヤフラム12の両面にそれぞれ加えられる圧力 $P_1, P_2$ の差圧 $\Delta P$ を検出する差圧型のものとして構成される場合には、図2にその概略的な断面構造を示すように、ダイヤフラム12の両面に上述した凹部14を備えた一对のストップ部材13をそれぞれ設け、これらを接合一体化するようにすれば良い。但し、この場合にはダイヤフラム12を形成するベース体11自体が薄板化されて、その一部がダイヤフラム12として用いられることが多い。従って薄板化されたダイヤフラム12をその両面から挟み込んで接合一体化される一对のストップ部材13を含めて、その全体をシリコン(Si)やガラス等からなる所定の厚みの台座15上に固定支持する

構造とすることが望ましい。この際、上記ダイヤフラム(ダイヤフラム面)12に圧力を導入するための圧力導入孔16については、図2に示すようにストップ部材13に設けられた凹部14の頂部に、該凹部14の曲面を損なうことのない程度の大きさの貫通孔としてそれぞれ設けるようにすれば良い。

- [0024] かくして図1および図2にそれぞれ示すように、凹曲面からなる凹部14(非球面ストップと称す)を備えたストップ部材13をダイヤフラム12に対峙させて設けた構造の圧力センサ装置によれば、過大圧を受けてダイヤフラム12が変位したとき、その変位面の全体を前記凹部14の凹曲面により受け止めることができるので、ダイヤフラム12における局所的な応力の集中を防止することが可能となる。そして凹部14の凹曲面全体でダイヤフラム12の変位を受け止めるので、過大圧の印加による該ダイヤフラム12の不本意な破壊を効果的に防ぎ、その過大圧保護動作圧力(耐圧) $p$ を十分に高めることが可能となる。
- [0025] 図3は、ストップなしのダイヤフラム、前述した特開平10-78366号公報に示される階段状のストップを備えたダイヤフラム、および本発明に係る非球面ストップを備えたダイヤフラムの印加圧力に対する最大引張応力の関係(特性A,B,C)をそれぞれ調べ、これらの特性A,B,Cを対比して示したものである。この図3に示す特性A,B,Cを比較すれば明らかなように、本発明に係る非球面ストップを備えたダイヤフラムによれば、印加圧力が50MPaに至るまで、その最大引張応力を該ダイヤフラムの素材であるシリコン(Si)の破壊応力限界以下に抑えることができる。
- [0026] ちなみにストップなしのダイヤフラムにおいては、印加圧力が700kPaを越えると、その最大引張応力がシリコン(Si)の破壊応力限界を越える。また階段状のストップを備えたダイヤフラムにおいては、印加圧力が3MPaを越えると、その最大引張応力がシリコン(Si)の破壊応力限界を越える。このように最大引張応力がシリコン(Si)の破壊応力限界を越えると言うことは、取りも直さずダイヤフラムの素材であるシリコン(Si)が破壊することを意味する。この点、本発明に係る非球面ストップを備えたダイヤフラムにおいては、シリコン(Si)の破壊応力限界を越える最大引張応力を生起するには、その印加圧力を50Mpa以上に高めることが必要である。換言すれば本発明に係るダイヤフラムは非球面ストップを備えるので、その過大圧保護動作圧力(耐圧) $p$ を50

Mpa程度まで高めることが可能となる。

- [0027] 一方、図4、図5、および図6は、上述したストップなしのダイヤフラム、特開平10-78366号公報に示される階段状のストップを備えたダイヤフラム、および本発明に係る非球面ストップを備えたダイヤフラムのそれぞれについて、その印加圧力を変化させたときのダイヤフラムの変位量を、その中心からの距離 $x$ に応じた変位量の推移特性(変位形状の変化)としてそれぞれ解析したものである。
- [0028] これらの図4、図5、および図6にそれぞれ示すように、ダイヤフラムに50kPaから150kPa程度の圧力を印加した場合、ダイヤフラムはその印加圧力に感応して比較的滑らかに変位する。しかしながらストップなしのダイヤフラムにおいては、印加圧力が200kPaを越えると圧力印加方向に対する変位限界に達し、図4に示すようにその応力が次第にダイヤフラムの周縁部に集中してくる。この結果、印加圧力がその破壊応力限界である700kPaを越えると応力集中に起因してダイヤフラムが破壊する。
- [0029] また階段状のストップを備えたダイヤフラムにおいては、1MPaの印加圧力によって変位したダイヤフラムが階段状のストップに接触し、それ以上の変位が押さえ込まれる。しかし更にその印加圧力を高めていくと、図5に示すように階段状のストップとの接触部を変位規制部として次第に横方向への応力(変位)が発生する。そして印加圧力が3Mpaを越えると上述した横方向に発生した応力(変位)によってダイヤフラムが破壊する。
- [0030] これに対して本発明に係る非球面ストップを備えたダイヤフラムによれば、ダイヤフラムの変位がそのまま非球面ストップの全面によって受け止められる。従って本発明に係るダイヤフラムによれば、図6に示すように横方向への応力が発生することがない。この結果、その印加圧力を50MPaまで高めてもダイヤフラムに局所的な応力集中が生じないので、応力集中に起因する破壊が生じることがない。従って圧力センサ装置としての耐圧を十分に高めることが可能となる。
- [0031] ここで上述した非球面ストップを備えた圧力センサ装置の具体的な実施形態について説明する。図7はこの実施形態に係る圧力センサ装置の概略構成を示す分解斜視図で、21はダイヤフラムをなす薄板からなるベース体、22はベース体21の上面に設けられる第1のストップ部材、そして23はベース体21の下面に設けられる第2のス



トップ部材である。また24は第1のストップ部材22の上面に設けられる蓋体である。

[0032] 上記ベース体21は、例えば(100)面を主面とするシリコン基板からなり、図8に示すようにその中央部を、その両面間に加わる差圧 $\Delta p$ を高感度に検出する円形状の主ダイヤフラム部21aとしたものである。またこのベース体21の上記主ダイヤフラム部21aの周縁部は、後述する静圧を検出するための円環状の副ダイヤフラム部22bとして用いられるようになっている。特に主ダイヤフラム部21aの周縁部近傍には、差圧検出用の $\langle 110 \rangle$ 方向に延びる4つの歪み抵抗ゲージR11,R12,R13,R14が90°間隔で形成されている。また副ダイヤフラム部21aには静圧検出用の $\langle 110 \rangle$ 方向に延びる4つの歪み抵抗ゲージR21,R22,R23,R24が90°間隔で形成されている。更にベース体21の前記ダイヤフラム部21a,21bから外れた周縁位置には、 $\langle 100 \rangle$ 方向に延びる温度検出用の抵抗Rtが形成されている。

[0033] 尚、前記副ダイヤフラム部22bには、ベース体21の表裏面を貫通する貫通孔22cが設けられている。この貫通孔22cは、後述するように副ダイヤフラム部22bの両面にシリコンオイル等の圧力伝搬媒体を導くためのものである。

[0034] ところで上述した歪み抵抗ゲージR11,ーR14,R21,ーR24,Rtは、例えば図9に例示するようにベース体21をなすn型のシリコン基板の表面にp型の抵抗層21xを埋め込むことによってそれぞれ形成される。これらの各抵抗層21xからの電極引き出しについては、各抵抗層21xの両端部からオーミック電極21yを介して行うようにすれば良い。またシリコン基板の電位を検出する場合には、該シリコン基板の表面に、例えばイオン注入や拡散によってn型の高不純物層21zを形成し、この高不純物層21zの上にオーミック電極21yを設けるようにすれば良い。

[0035] これらの歪み抵抗ゲージR11,ーR14,R21,ーR24は、例えば図10に例示するようにブリッジ接続されて差圧検出および静圧検出に供される。具体的には歪み抵抗ゲージR11,ーR14をブリッジ接続して差圧検出回路が構成され、また歪み抵抗ゲージR21,ーR24をブリッジ接続して静圧検出回路が構成される。また抵抗Rtは温度検出に用いられる。

[0036] 一方、前記第1および第2のストップ部材22,23の上記ベース体21に対向する面には、主ダイヤフラム部21aに対峙する前述した曲面を有する凹部22a,23aがそれぞれ

れ設けられる。更に前記第1および第2のストップ部材22,23には、前記副ダイヤフラム部21bに対峙する円環状の溝22b,23bがそれぞれ設けられる。また第1および第2のストップ部材22,23における各凹部22a,23aの頂部には、主ダイヤフラム部21aに対して圧力伝搬媒体を導くための導入孔22c,23cがそれぞれ設けられる。

[0037] 更に第1および第2のストップ部材22,23における各溝22b,23bが形成された部位には、該第1および第2のストップ部材22,23の表裏面を貫通する貫通孔22d,23dがそれぞれ設けられる。特に第1のストップ部材22に設けられた貫通孔22dは、該ストップ部材22の上面に設けられた溝22eを介して前述した導入孔22cに連通されている。この溝22eは、第1のストップ部材22の上面が前述した蓋体24により覆われたとき、該蓋体24との間に導入孔22cと貫通孔22dとを連結する前記圧力伝搬媒体の通路を形成するものである。尚、第1のストップ部材22の縁部に設けられた切欠き溝22fは、前述した歪み抵抗ゲージR11,R12,R13,R14等の電極取り出し部をなすものである。

[0038] このようなダイヤフラムをなすベース体22と、第1および第2のストップ部材22,23とを用いて実現される圧力センサ装置は、図8に例示するように、先ずベース体21と第1のストップ部材22とを接合一体化した後、ベース体21をダイヤフラムとして機能させるべき所定の厚みまで研磨して薄板化する。しかる後、薄板化したベース体21の裏面側に第2のストップ部材23を接合一体化し、ダイヤフラムをなすベース体21を第1および第2のストップ部材22,23にて挟み込むことで製作される。

[0039] ちなみに耐圧が100kPaの圧力センサ装置を実現する場合には、例えば主ダイヤフラム部21aの直径を2mmとし、その厚みを30  $\mu$  mとすれば良い。この際、第1および第2のストップ部材22,23の厚みとしては、500  $\mu$  m程度であれば十分である。また凹部22a,23aの頂部にそれぞれ設ける圧力導入孔22c,23cの径については、0.15mm程度として設定すれば良い。このような寸法の圧力導入孔22c,23cであれば、前述した凹部22a,23aのストップ機能を損なうこと無しに、前記ベース体21に形成したダイヤフラムに対して圧力伝搬媒体(シリコンオイル)を円滑に導入することが可能である。

[0040] このような構造を有する圧力センサ装置においては、第2のストップ部材23に設け

られた導入孔23cを介して前記ベース体21がなすダイヤフラムの下面側に圧力LPが導入される。また第2のストップ部材23に設けられた貫通孔23dに導入される圧力HPは、円環状の溝23bから貫通孔21cを介して第1のストップ部材22に設けられた円環状の溝22bに導かれ、更に貫通孔22dから溝22eと導入孔22cとを介して前記ベース体21がなすダイヤフラムの上面側に導入される。この結果、ベース体21がなすダイヤフラム(主ダイヤフラム部21a)は、その両面(上下面)にそれぞれ導入された圧力LP,HPの差圧 $\Delta P (=HP-LP)$ に感応して変位を生じる。そしてこの変位の大きさが前述した歪み抵抗ゲージR11,R12,R13,R14を介して検出されることになる。

[0041] また溝22b,23bにそれぞれ導入された圧力HPは、副ダイヤフラム部21bをその両面から圧縮する。この圧縮圧に伴う歪み抵抗ゲージR21,R22,R23,R24の抵抗値変化から、その静圧が検出される。このようにして差圧と共に、そのときの静圧を検出し得るように構成することで、ダイヤフラムの差圧 $\Delta P$ に対する感度と静圧(圧力HP)に対する感度とを分離して検出することが可能となる。そして差圧と静圧との間のクロストークを小さくすることが可能となる。

[0042] 尚、このような構造の圧力センサ(センサチップ)をメータボディに組み込む場合には、前述したように第1および第2のストップ部材22,23によってダイヤフラムの耐圧が十分に高められているので、例えば図11および図12にそれぞれ示すようにメータボディに設けられた受圧部4a,4bからダイヤフラムに対して直接的に圧力を導くことが可能となる。換言すれば前述した構造の圧力センサ(センサチップ)を用いれば、先に図13を用いて説明したセンターダイヤフラム6により隔離された圧力緩衝室7a,7bを設け、センターダイヤフラム6により過大圧を吸収する構造を採用する必要がない。従って大径のセンターダイヤフラム6を必要としない分、メータボディの大幅な小型化を図ることができ、耐圧の高い圧力センサ装置をコンパクトに実現することが可能となる。

[0043] ちなみに図11に示す圧力センサ装置は、一対の受圧部4a,4bをメータボディの底面に並べて設けたものであり、また図12に示す圧力センサ装置は、一対の受圧部4a,4bをメータボディの相対する側面にそれぞれ設けたものである。いずれの構造を採用するにしろ、メータボディの内部にセンタダイヤフラム6を設ける必要がないので、

その小型と構造の簡素化を図ることができるという実用上多大なる効果が奏せられる。  
。

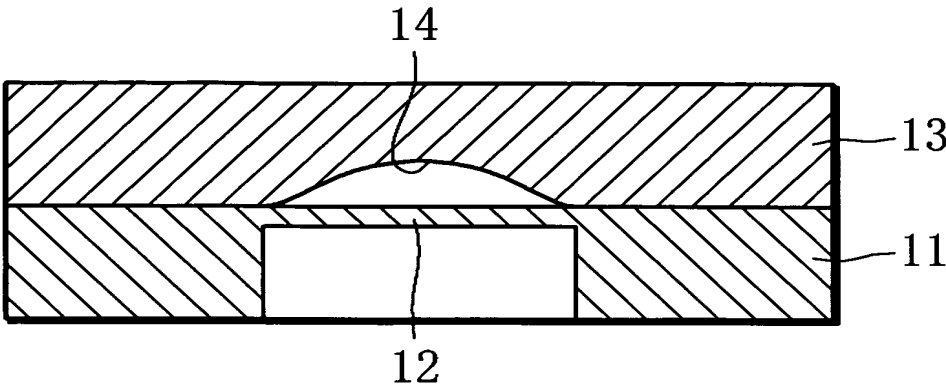
- [0044] 尚、図11および図12において、31はセンサチップ1を支持するガラス製の台座であり、黄銅やステンレス鋼等からなるメータボディに対するセンサチップ1の圧力緩衝体としての役割を担う。また32は台座31にセンサチップ1を固定するバネ部材である。またこのようにしてセンサチップ1をメータボディに組み込む場合には、図7に示した方形状のベース体21、第1および第2のストッパ部材22,23の角部を切り落とし、センサチップ1自体を円形(円盤状)に形成しておくことが望ましい。
- [0045] 尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えばダイヤフラムの径や厚みについては、圧力検出の仕様に応じて設定すれば良い。また前述した静圧検出用の歪み抵抗ゲージについては、圧力センサ装置として必ず備える必要はない。またここでは差圧検出用のセンサを主体として説明したが、ダイヤフラムの片面にのみストッパ部材を設けた構造の圧力センサを実現可能なことも言うまでもない。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

## 請求の範囲

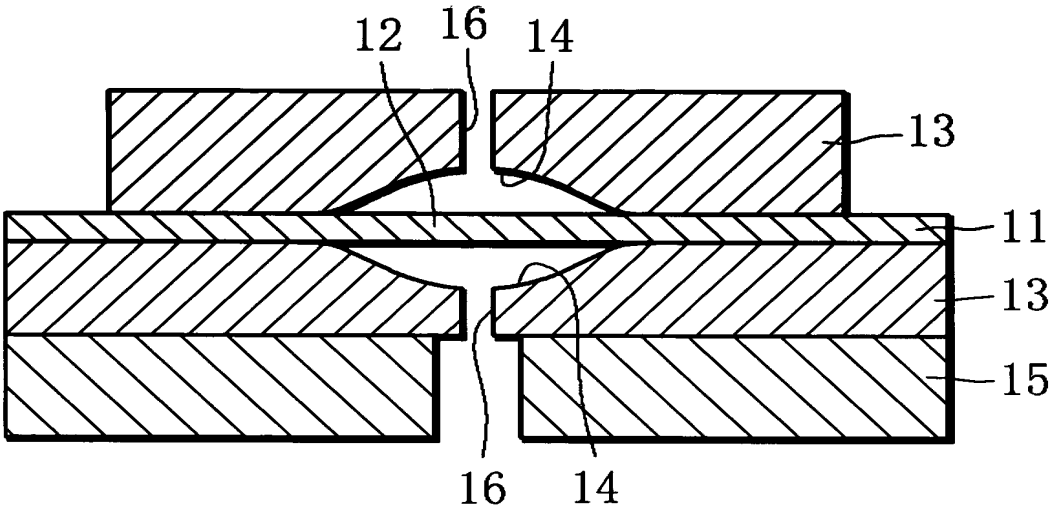
- [1] 表面に歪抵抗ゲージを形成したダイヤフラムと、  
このダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面からなる凹部を有し、この凹部を前記ダイヤフラムに対峙させて設けられるストップ部材と  
を具備したことを特徴とする圧力センサ装置。
- [2] 前記ストップ部材は、前記ダイヤフラムの両面にそれぞれ対峙させて設けられるものである請求項1に記載の圧力センサ装置。
- [3] 前記ストップ部材が有する凹部の曲面は、前記ダイヤフラムの半径を $r$ 、厚みを $t$ 、およびその曲げ剛性を $D$ としたとき、前記ダイヤフラムの中心からの距離 $x$ での深さ $y$ が、その過大圧保護動作圧力 $p$ に対して
- $$y = pr^4(1 - x^2/r^2)^2 / 64D$$
- $$D = Et^3 / 12(1 - \nu^2)$$
- 但し、 $E$ はヤング率、 $\nu$ はポアソン比  
なる4次関数で示される曲面からなる請求項1または2に記載の圧力センサ装置。
- [4] 前記ストップ部材は、前記ダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面をなす凹部の頂部に、前記ダイヤフラムへの圧力伝搬媒体の導入孔を備えたものである請求項1または2に記載の圧力センサ装置。
- [5] 表面に歪抵抗ゲージを形成したダイヤフラムと、  
このダイヤフラムの変位により形成される面に沿った曲面の凹部を有し、この凹部を前記ダイヤフラムに対峙させて該ダイヤフラムの両面にそれぞれ設けられる一対のストップ部材と、  
これらのストップ部材における前記凹部の頂部から前記ダイヤフラムの両面にそれぞれ圧力伝搬媒体を導く流体通路、およびこれらの流体通路にそれぞれ接続されて該流体通路に封入された前記圧力伝搬媒体に圧力を伝達する一対の受圧部を備えた基台と  
を具備したことを特徴とする圧力センサ装置。
- [6] 前記ダイヤフラムと前記一対のストップ部材とからなるセンサチップは、圧力緩衝体を介して前記基台に組み付けられるものである請求項5に記載の圧力センサ装置。

- [7] 前記一対の受圧部は、基台に設けられた一対のダイヤフラムからなる請求項5に記載の圧力センサ装置。

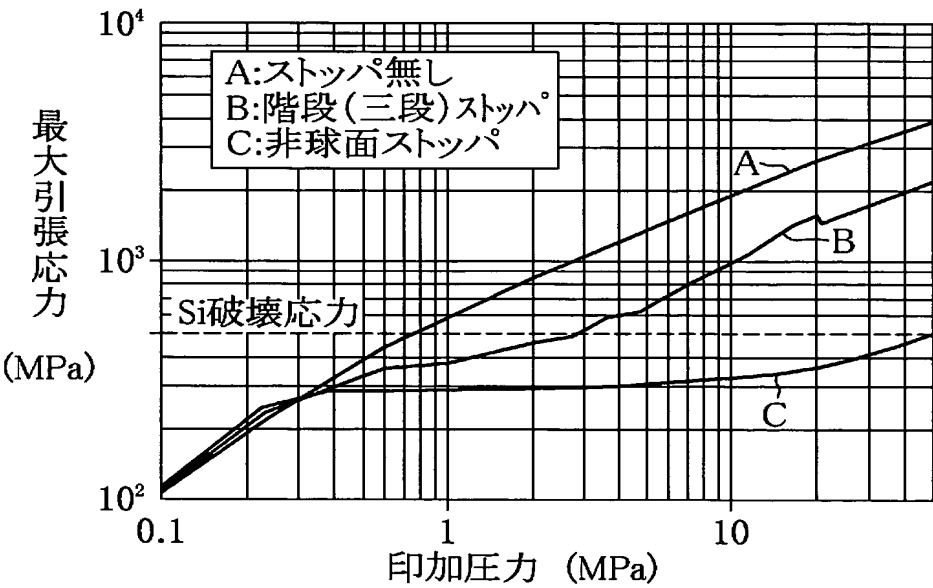
[図1]



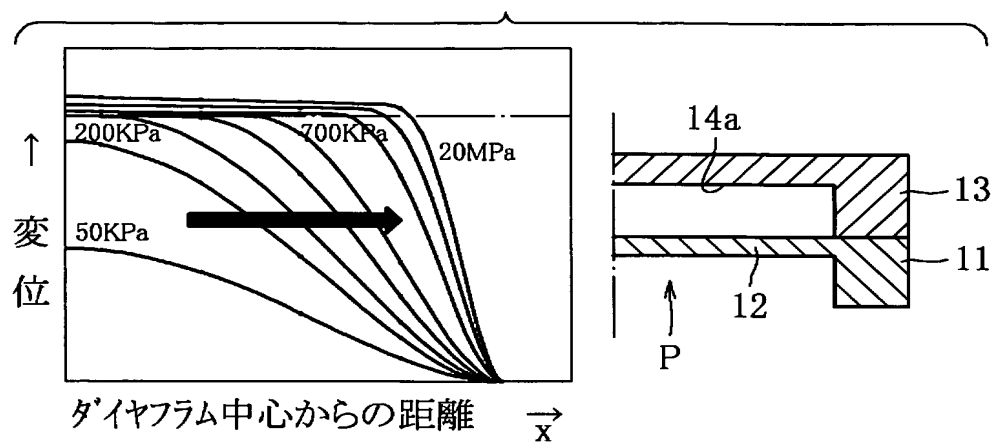
[図2]



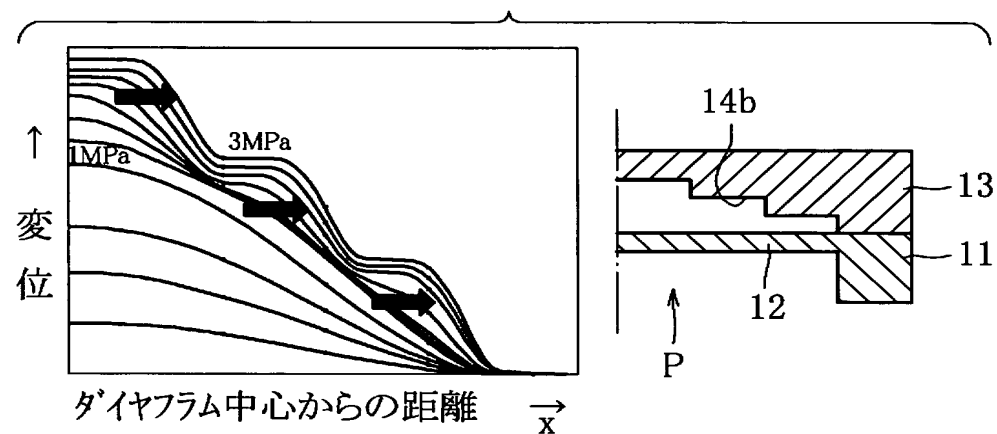
[図3]



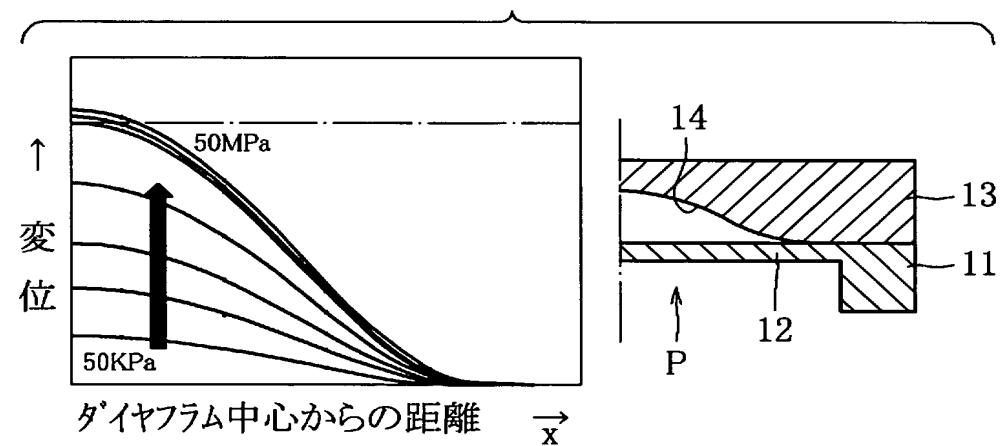
[図4]



[図5]

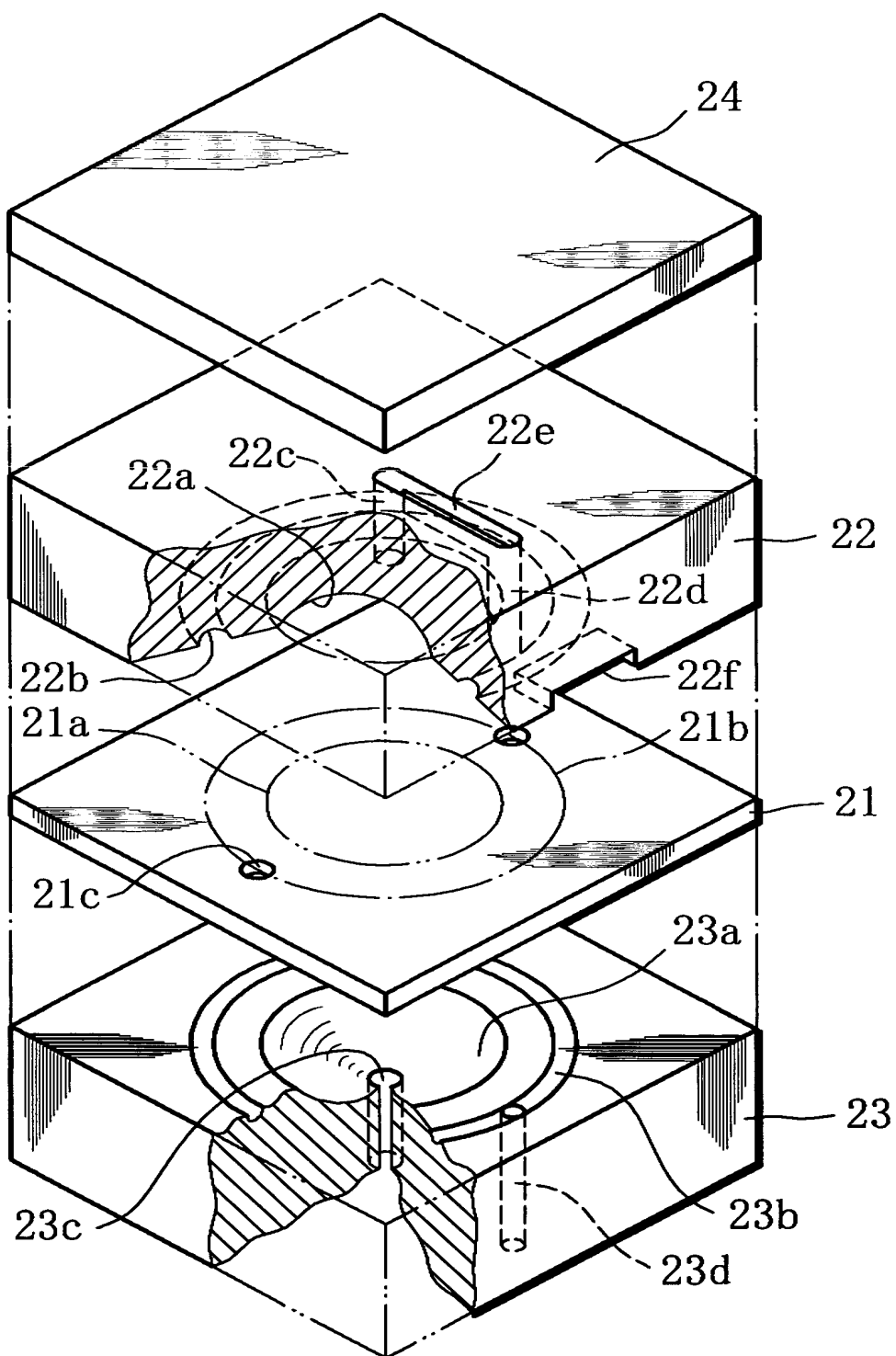


[図6]

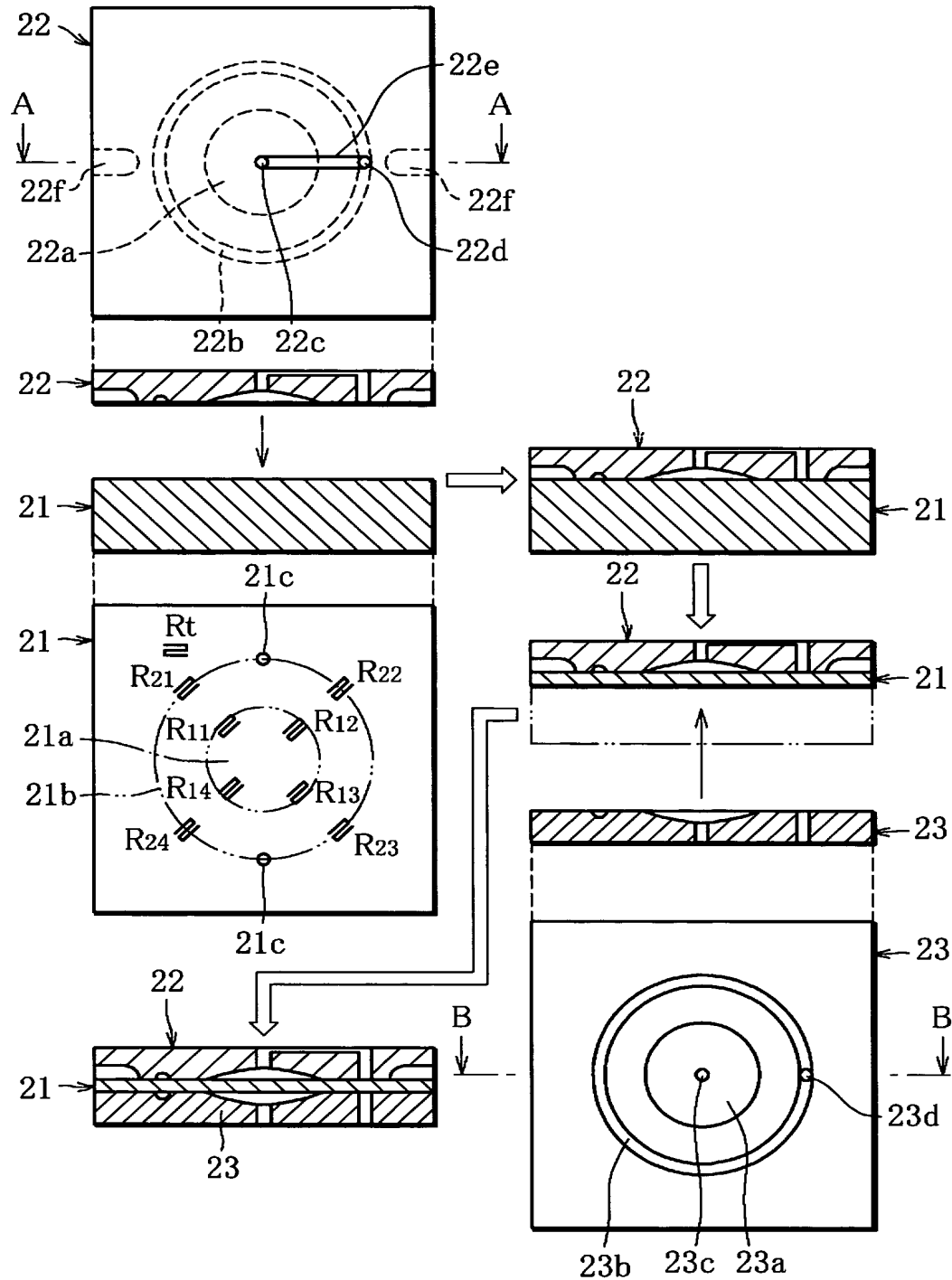




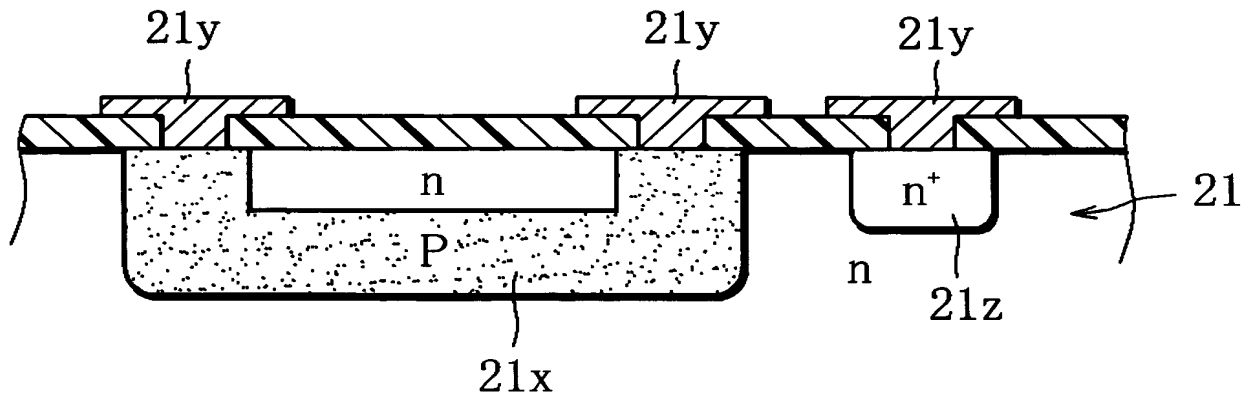
[図7]



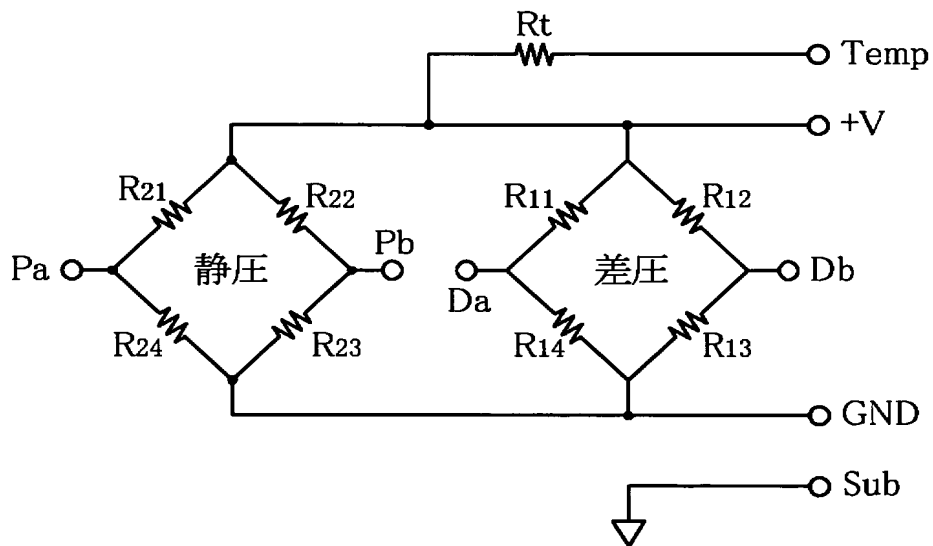
[図8]



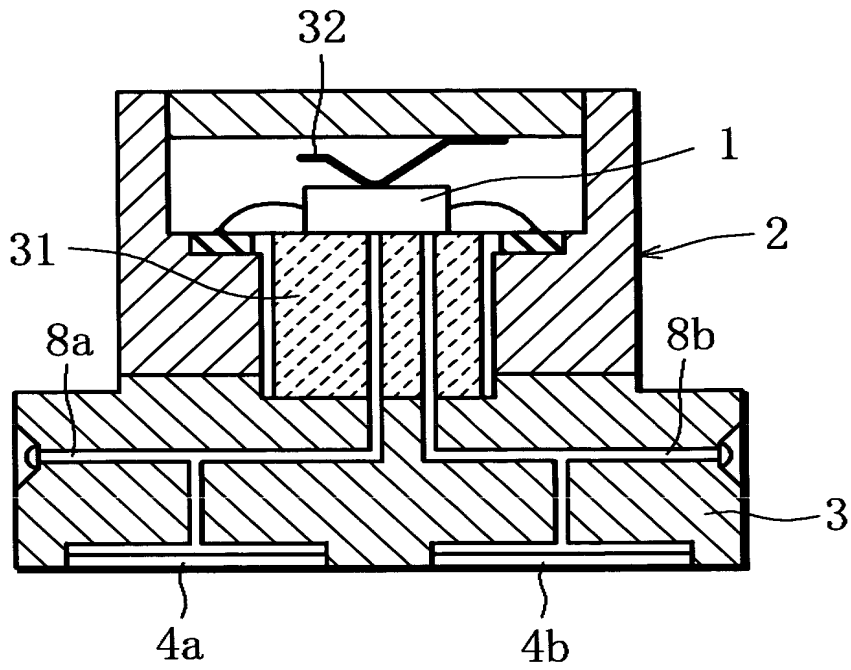
[図9]



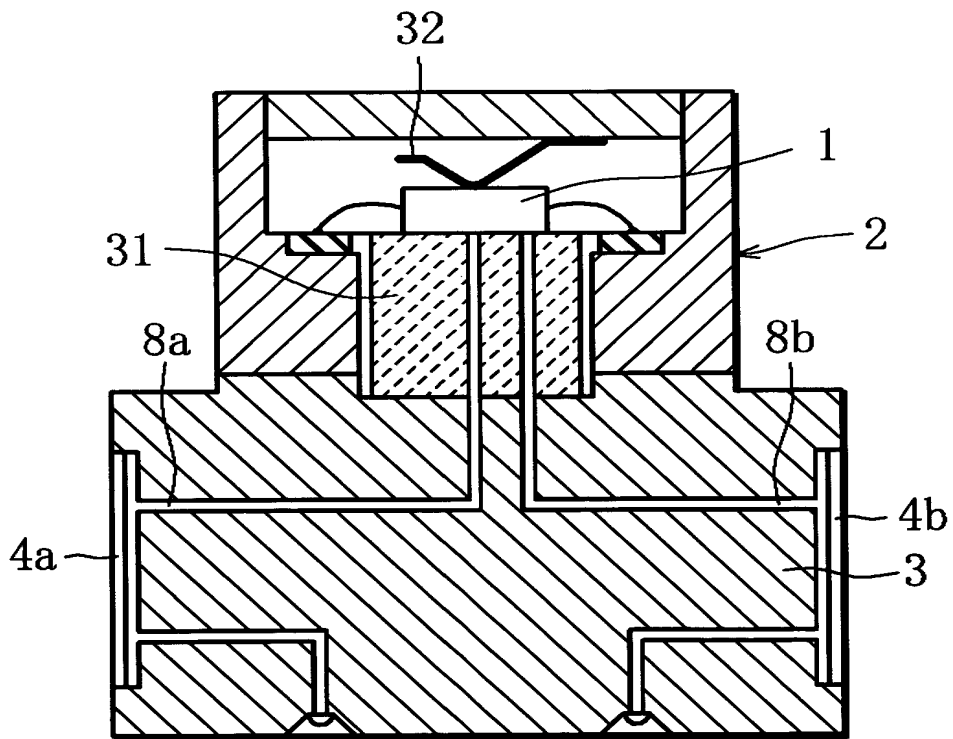
[図10]



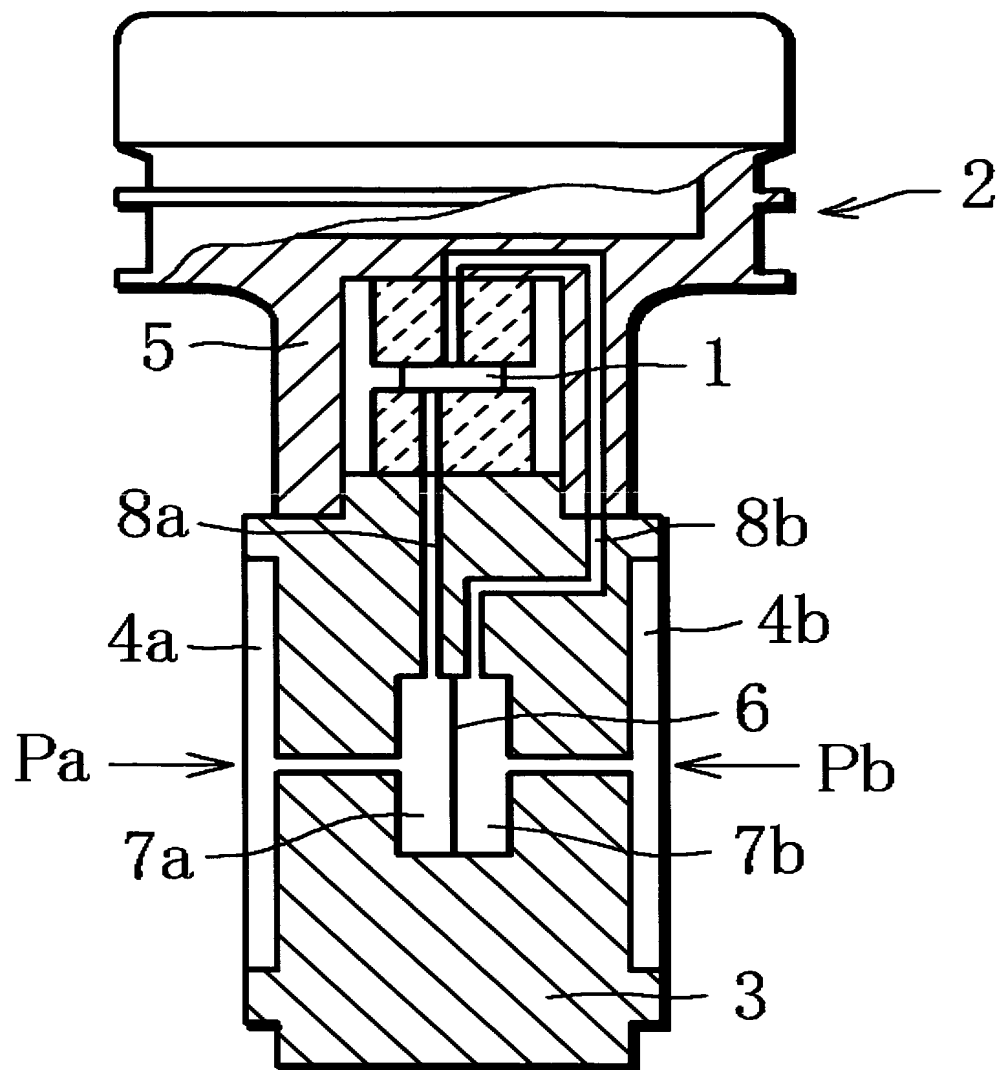
[図11]



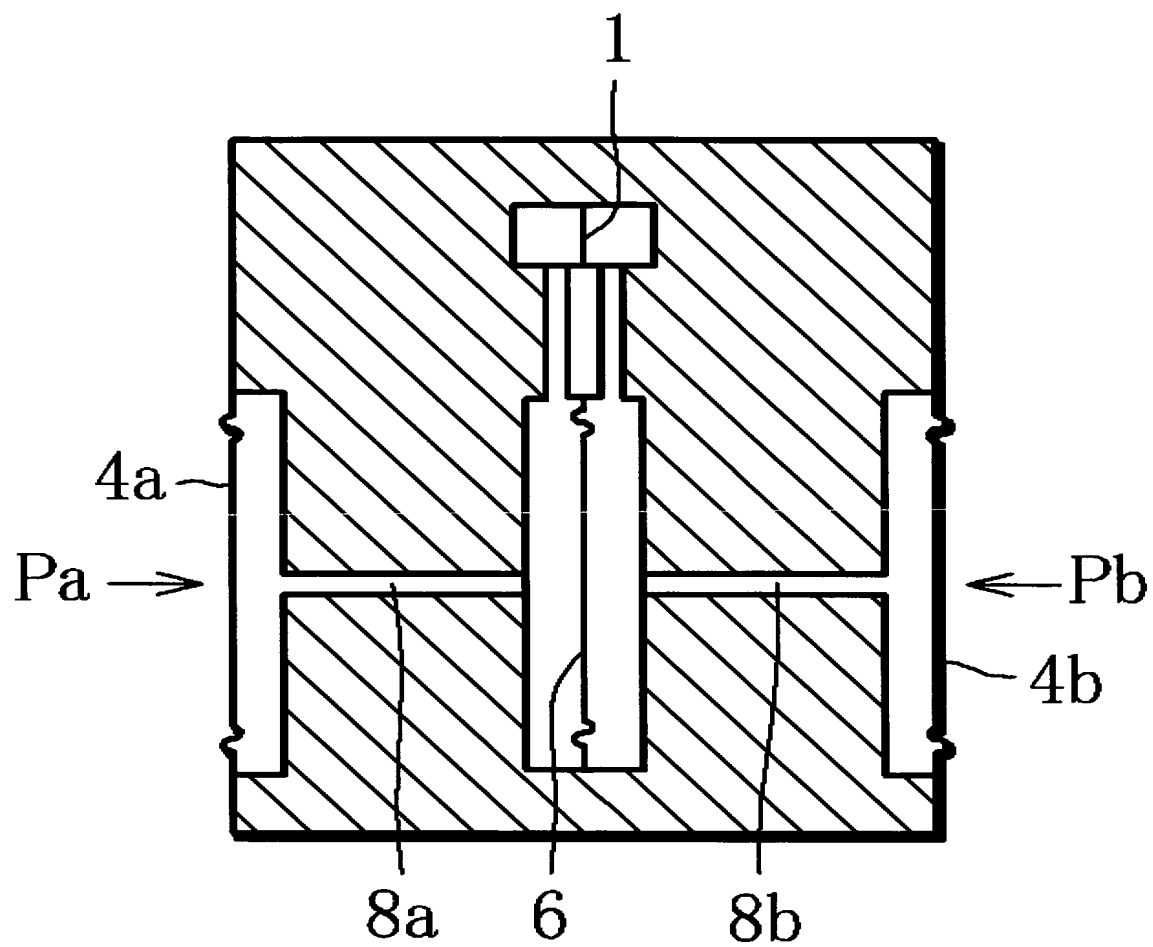
[図12]



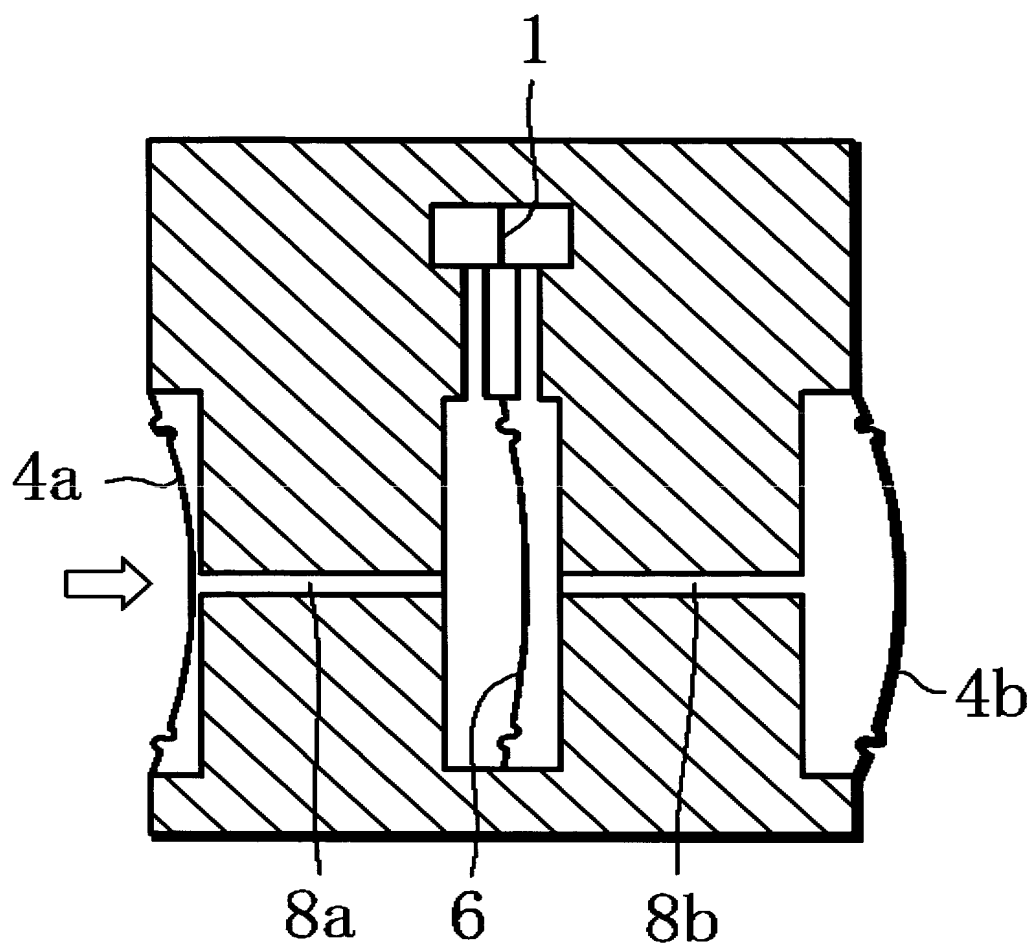
[図13]



[図14]



[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012001

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01L9/04, G01L13/06, G01L19/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01L9/04, G01L13/06, G01L19/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 58-180927 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 22 October, 1983 (22.10.83), Figs. 2 to 5 & GB 2118724 A & US 4519255 A	1-7
X	JP 52-43474 A (Fuji Denki Seizo Kabushiki Kaisha), 05 April, 1977 (05.04.77), Figs. 2, 3 (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
01 September, 2004 (01.09.04)

Date of mailing of the international search report  
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



<b>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</b> <p style="text-align: center;">Int. Cl<sup>7</sup>    G01L9/04、G01L13/06、G01L19/06</p>		
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) <p style="text-align: center;">Int. Cl<sup>7</sup>    G01L9/04、G01L13/06、G01L19/06</p>		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <p style="text-align: center;">日本国実用新案公報 1922-1996、日本国公開実用新案公報 1971-2004、 日本国登録実用新案公報 1994-2004、日本国実用新案登録公報 1996-2004</p>		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
<b>C. 関連すると認められる文献</b>		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 58-180927 A (東京芝浦電気株式会社) 1983. 10. 22、第2-5図 &GB 2118724 A &US 4519255 A	1-7
X	JP 52-43474 A (富士電機製造株式会社) 1977. 04. 05、第2、3図 (ファミリーなし)	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 <p style="text-align: center;">01. 09. 2004</p>	国際調査報告の発送日 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">21. 9. 2004</p>	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 森 雅之 電話番号 03-3581-1101 内線 6257	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**